

ПЕТРОЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ

УДК 553.22:553.411 (571.55)

МЕТАСОМАТИТЫ КАРИЙСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
(Восточное Забайкалье)

З.И. Куликова, А.М. Спиридонов, Л.Д. Зорина

*Институт геохимии СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Фаворского, 1а, Россия*

Изучены околорудные метасоматиты Карийского золоторудного месторождения, которое относится к высокотемпературным пневматолитово-гидротермальным образованиям средних глубин. Формирование золотого оруденения связывается с внедрением гранитоидов Кара-Чачинского массива ( $J_3$ ) и даек щелочных пород ( $J_3$ — $K_1$ ) — гибридных порфиров, „грорудитов“ и др. Характерной особенностью являются процессы телескопирования руд, наиболее проявленные в местах сочленения рудоносных участков.

Со становлением Кара-Чачинского массива (амуджикано-сретенский комплекс) связана предрудная пропилитизация, имеющая площадное распространение. Отмечается зональность пропилитов относительно массива и рудных жил, составлена сводная метасоматическая колонка пропилитизированных пород.

Мощность интенсивно измененных пород околорудных жил не превышает 1.5—2.0 м, строение этих зон очень неоднородно. Синрудные метасоматиты развиваются по пропилитизированным породам. Основным фактором синрудных преобразований вмещающих пород является активное поведение щелочных элементов. С ранней кварц-пирит-турмалиновой стадией минерализации связаны альбитизация, окварцевание (в отдельных участках), турмалинизация, пиритизация и привнос натрия. В следующую кварц-актинолит-магнетитовую стадию активны и натрий, и калий. Во вмещающих породах проявлены альбитизация, калишпатизация, окварцевание, актинолитизация, биотитизация, вкрапленность магнетита. Появление в жилах эгирина сопровождается развитием во вмещающих породах эгирина, щелочного амфибола, зеленого биотита, реже кварца. Затем большую роль начинает играть калий, достигающий максимальной активности в кварц-сульфидную стадию. С кварц-сульфидной рудой ассоциируют калишпатизация, серицитизация, окварцевание, вкрапленность сульфидов. Завершающая кварц-карбонат-полиметаллическая стадия минерализации сопровождается окварцеванием и карбонатизацией вмещающих пород. Отмечается активизация калия от внешних зон метасоматических колонок к внутренним. Намечается тенденция увеличения содержания золота с возрастанием роли калия в зонах гидротермальных изменений.

По направлению к жилам усиливаются пропилитизация и синрудные изменения. Это может свидетельствовать о том, что гидротермальные растворы, несущие рудную минерализацию, проникали по наиболее предварительно проработанным зонам. Однако продвижение гидротермальных растворов при пропилитизации и более поздних синрудных изменениях вмещающих пород не всегда шло по одним и тем же ослабленным зонам, которыми являются тектонические нарушения, контакты различных пород и т. п. Породы, представляющие внутренние зоны метасоматической колонки пропилитов, нередко отмечаются на некотором удалении от жил и сопровождающих их внутренних зон метасоматических колонок более поздних синрудных метасоматитов, а также вне связи с рудными жилами, но чаще в пределах двух метров от контактов с жилой, и приурочены к тектоническим зонам. В пропилитизированных породах почти повсеместно встречаются более поздние наложенные прожилки и отдельные вкрапления синрудных минералов.

Широко проявленные телескопирование оруденения и унаследованность развития стадий минерализации усложняют строение зон синрудных метасоматитов. В участках с телескопированным оруденением в метасоматитах отмечаются, как правило, минералы, свойственные всем проявленным на месторождении стадиям минерализации.

*Золоторудное месторождение, пропилиты, синрудные метасоматиты, зональность.*

METASOMATITES OF KARIISKOE GOLD DEPOSIT (*eastern Transbaikalia*)

Z.I. Kulikova, A.M. Spiridonov, and L.D. Zorina

Near-ore metasomatites of the Kariiskoe gold deposit, regarded as a high-temperature pneumatolytic-hydrothermal formation of average depths, have been studied. Gold mineralization is associated with intrusion of granitoids of the Kara-Chacha massif ( $J_3$ ) and dikes of alkaline rocks ( $J_3$ — $K_1$ ), which include hybrid porphyries,

“grorudites”, etc. They are characterized by telescoping of ores, which is the most evident at joints of ore-bearing sites.

The origin of the Kara-Chacha massif (Amudzhikan-Sretensk complex) is related to pre-ore areal propylitization. The propylites demonstrate a zonal pattern relative to the massif and ore veins. A composite metasomatic column of propylitized rocks has been compiled.

The thickness of intensely altered rocks close to ore veins does not exceed 1.5–2.0 m, and the structure of these zones is very heterogeneous. Syn-ore metasomatites are found in propylitized rocks. The major factor of syn-ore alteration of host rocks is the active behavior of alkaline elements. The early quartz-pyrite-tourmaline stage of the mineralization is associated with albitization, silicification (at separate sites), and tourmaline and pyrite alteration. Sodium is supplied at this stage. At the next quartz-actinolite-magnetite stage, sodium and potassium are active. The host rocks demonstrate albitization, feldspar alteration, silicification, actinolitization, biotite alteration, and magnetite impregnation. Aegirite in veins is accompanied by occurrence of aegirite, alkali amphibole, green biotite, and, locally, quartz in host rocks. Potassium becomes more significant later, reaching the maximum activity at the quartz-sulfide stage. The quartz-sulfide ore is associated with K-feldspar, sericitization, silicification, and sulfide impregnation. The final quartz-carbonate-base metal stage is accompanied by silicification and carbonate alteration of host rocks. Potassium becomes more active from outer zones of metasomatic columns to inner ones. The gold contents tend to increase with the potassium contribution in zones of hydrothermal alterations.

The propylite alteration and syn-ore changes become more intense veinward. It might indicate that hydrothermal solutions with dissolved minerals penetrated through the most reworked zones. However, during propylite alteration and later syn-ore changes of host rocks, hydrothermal solutions not always penetrated through the same weakened zones, such as tectonic dislocations, contacts of various rocks, etc. The rocks comprising inner zones of the metasomatic column of propylites are quite often observed at a certain distance from veins and accompanying inner zones of metasomatic columns of later syn-ore metasomatites. They are sometimes not associated with ore veins. However, they are frequently found within two meters from contacts with the vein and are associated with tectonic zones. The propylitized rocks almost everywhere demonstrate later superimposed threads and separate impregnations of syn-ore minerals.

Abundant telescoping of mineralization and inheritance of mineralization stages complicate the structure of zones with syn-ore metasomatites. At sites with telescoped mineralization, the metasomatites contain minerals peculiar to all stages of mineralization found at the deposit.

*Gold deposit, propylites, syn-ore metasomatites, zoning*

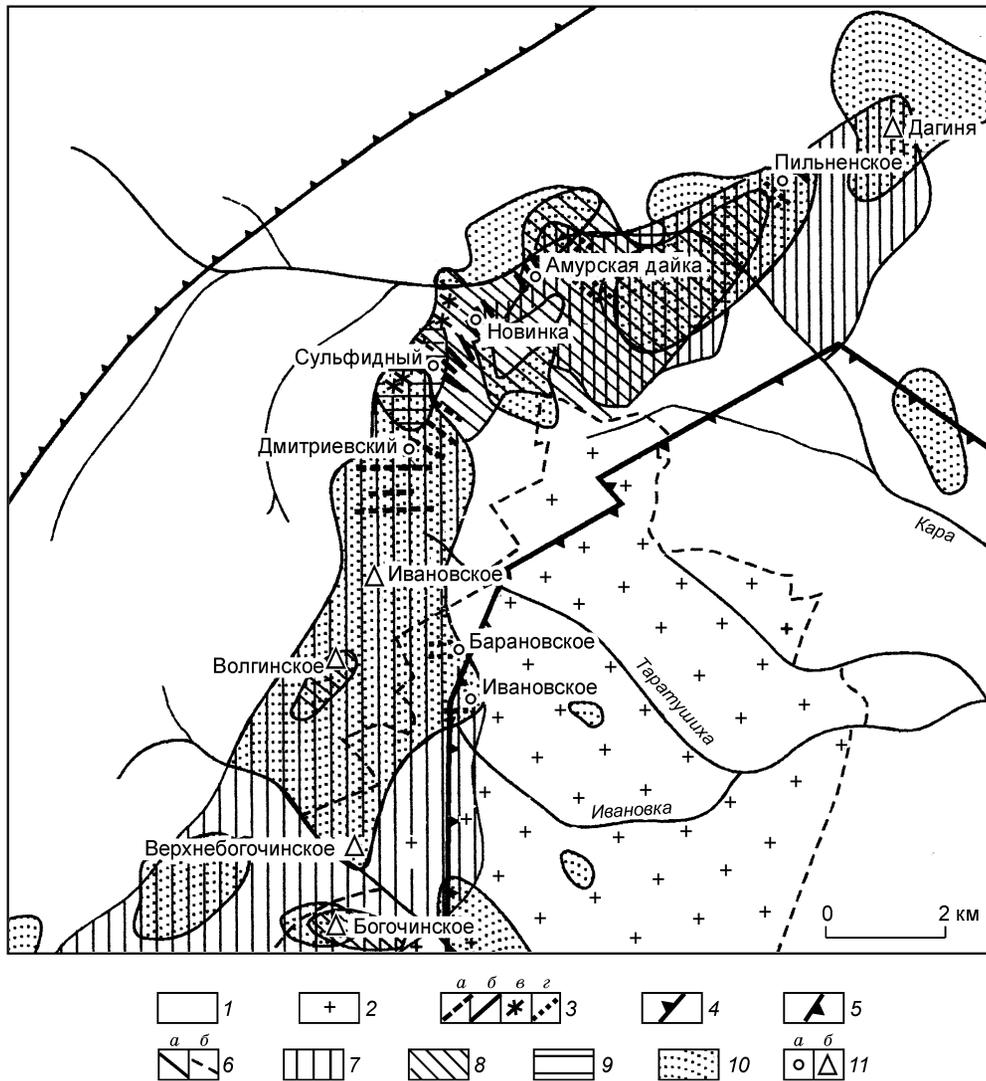
---

## ВВЕДЕНИЕ

Карийское золоторудное месторождение входит в состав Карийского рудного узла и объединяет ряд рудных участков — Дмитриевский, Сульфидный, Новинка и Амурская дайка (рис. 1), нередко в литературных источниках эти участки рассматриваются как самостоятельные месторождения. Рудный узел имеет длительную историю исследования: геологическому строению рудного узла и его месторождений посвящены работы [Бородаевская, 1956; Кузьмин, Антипин, 1972; Литвинов, Соломин, 1973; Полохов и др., 1977], вещественному составу руд и метасоматитов работы [Колосова, Онищук, 1968, 1970; Онищук, Колосова, 1968; Евсеев и др., 1973; Евсеев, 1975; Полохов и др., 1977; Широких и др., 1981, 1985; Тупяков и др., 1982; Богданова и др., 1986], геохимическим особенностям оруденения работы [Баумштейн, 1973, 1974; Петровская и др., 1984, 1985; Таусон и др., 1985; Гнилуша, 1987; Спиридонов, Гнилуша, 1988; Гнилуша и др., 1991; Spiridonov, Gnilusha, 1995; Спиридонов, 2003], генезису Карийского месторождения работы [Литвинов и др., 1970, 1971; Тупяков и др., 1982; Спиридонов и др., 1986; Плюснин и др., 1989; Прокофьев и др., 1992, 1997; Зорина и др., 1996; Спиридонов, 2003]. Но несмотря на длительную историю изучения этого объекта многие вопросы его формирования и развития до настоящего времени остаются дискуссионными. К таковым относятся особенности формирования предрудных и синрудных метасоматитов. Детальному анализу этих образований и посвящена предлагаемая работа.

### КРАТКАЯ ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЙ

Карийский рудный узел находится в Сретенско-Карийском (Усть-Карском) рудном районе, который расположен в зоне Монголо-Охотской сутуры, отделяющей область протерозоид Становой области от ранних мезозоид Юго-Восточного Забайкалья [Полохов и др., 1977], и контролируется Усть-Карской купольно-кольцевой структурой. Жестким внутренним приподнятым блоком этой структуры служит Кара-Чачинский массив гранитоидов амуджикано-сретенского комплекса позднеюрского возраста [Интрузивные комплексы..., 1964]. Породы Кара-Чачинского массива представлены тремя разновидностями: 1) порфировидными биотит-роговообманковыми гранодиоритами, 2) гигантопорфировидными гранитами и гранодиоритами, 3) равномерно-зернистыми гранодиоритами [Антипин, 1969; Кузьмин, Антипин, 1972]. Характерной особенностью района является развитие позднеюрско-раннемеловых даек щелочных пород ( $J_3-K_1$ ) — гибридных порфиров, субщелочных гранитов, гранит-порфиров и



**Рис. 1. Схема размещения минеральных ассоциаций в пределах Карийского рудного узла.**

1 — вмещающие породы (гранодиориты, диориты и др.); 2 — гранитоиды Кара-Чачинского массива; 3 — рудные тела кварц-пирит-турмалинового (а), кварц-актинолит-магнетитового (б), кварц-арсенопиритового (в) и кварц-турмалин-сульфидного с молибденитом (г) состава; 4 — внешняя граница купола; 5 — граница ядра (жесткого внутреннего блока) купола; 6 — установленные (а) и предполагаемые (б) границы распространения минерализации; 7—10 — участки проявления гидротермальной минерализации: 7 — кварц-пирит-турмалиновой, 8 — кварц-актинолит-магнетитовой, 9 — кварц-арсенопиритовой, 10 — слабой и значительной сульфидизации; 11 — (а) месторождения, в том числе участки Дмитриевский, Новинка, Сульфидный, Амурская дайка Карийского месторождения, (б) рудопроявления.

„грокродитов“ (эгирин-полевошпат-кварцевых образований). С внедрением гранитоидов Кара-Чачинского массива и даек щелочных пород связывается формирование золотого оруденения района.

Карийское золоторудное месторождение относится к числу высокотемпературных пневматолитово-гидротермальных образований средних глубин [Литвинов и др., 1971]. Параметры рудообразования колеблются в широких пределах: температура 575—85 °С, давление 2820—85 бар, концентрация солей в растворе 56—0.5 мас.% экв. NaCl [Прокофьев и др., 1997]. Рудные тела, представленные жилами и зонами прожилково-вкрапленного оруденения, залегают преимущественно в крупно- и среднезернистых гнейсо-видных амфибол-биотитовых кварцевых диоритах и гранодиоритах (PR<sub>1</sub>), кварцсодержащих мелкозернистых биотит-роговообманковых диоритах, габбро-диоритах, габбро и гранитах амананского комплекса (Т—J<sub>1</sub>) и сопряжены с дайками щелочных пород.

Намечается определенная последовательность формирования пород амуджикано-сретенского комплекса, метасоматитов и минеральных ассоциаций разных стадий рудной минерализации (от ранних к поздним) [Колосова, Онишук, 1970; Литвинов и др., 1971; Баумштейн, 1973, 1974; Евсеев и др., 1973; Евсеев, 1975; Полохов и др., 1977; Спиридонов, 2003; и др.]

- дайки ранних гибридных порфиров;
- Кара-Чачинский массив и его апофизы;
- кварцевые прожилки с молибденитом и пиритом;
- дайки поздних гибридных порфиров;
- предрудная пропилитизация;
- сопряженные с пропилитизацией образования кварц-пирит-турмалиновой стадии с сопровождающими их синрудными гидротермальными изменениями;
- дайки грорудитов и щелочных микрогранитов ранней группы;
- руды кварц-актинолит-магнетитовой стадии с сопровождающими их синрудными метасоматитами;
- дайки грорудитов и измененных микрогранитов поздней группы, эгирин-полевошпат-кварцевые прожилки, секущие рудные жилы;
- дайки лампрофиров;
- руды кварц-сульфидной стадии с ассоциациями кварц-пирит-халькопиритовой, кварц-арсенопиритовой и с их синрудными гидротермалитами;
- образования кварц-карбонат-полиметаллической стадии и синрудные метасоматиты;
- кварцевые и кварц-карбонатные безрудные прожилки.

Характеристика рудных ассоциаций приводится в табл. 1.

Самая ранняя кварц-пирит-турмалиновая минерализация получила максимальное развитие в рудных телах Дмитриевского участка, в меньшей степени — Сульфидного. Кварц-актинолит-магнетитовая более

Таблица 1. Характеристика рудных минеральных ассоциаций Карийского месторождения

Ассоциация	Участок	Минеральный состав		Реликтовый минерал	Наложная минерализация	Характер наложения минерализации
		рудные	нерудные			
Кварц-пирит-турмалиновая	Дмитриевский (зона А) Сульфидный (юго-западный фланг)	<b>Пирит</b> Шеелит касситерит	<b>Турмалин</b> <b>Кварц</b> Альбит Калишпат		Арсенопирит Гидробиотит Серицит Карбонат	Наложная минерализация проявлена главным образом в рудных жилах участка Сульфидный
Кварц-актинолит-магнетитовая	Новинка (жилы)	<b>Магнетит</b> Золото Шеелит Гематит Молибденит Висмутин	<b>Актинолит</b> <b>Кварц</b> Альбит Калишпат Биотит Сфен Гранат Флюорит	Турмалин	Кварц Эгирин Альбит Субщелочной и щелочной амфиболы Арсенопирит Пирит Халькопирит Карбонат Серицит Галенит Сфалерит Блеклая руда	Наложная минерализация в рудных жилах совмещена с основной ассоциацией в виде секущих эгирин-полевошпатово-кварцевых жильных образований и кварц-сульфидных прожилков
Кварц-арсенопиритовая	Новинка (юго-западный фланг)	<b>Золото</b> Арсенопирит Халькопирит Пирит Шеелит	<b>Кварц</b> Калишпат Гидробиотит Серицит Карбонат	Магнетит Альбит Турмалин Щелочной амфибол Сфен	Карбонат Халцедоновидный кварц Галенит Сфалерит Пирит	Наложная минерализация в виде тонких секущих прожилков
	Сульфидный	<b>Арсенопирит</b> Пирит Шеелит Халькопирит Золото	<b>Кварц</b> <b>Калишпат</b> Эгирин-авгит Гидробиотит Серицит Карбонат	Турмалин Актинолит Магнетит Гематит Сфен	Сфалерит Галенит Кварц Карбонат	Наложная минерализация в виде тонких секущих прожилков
Кварц-карбонатно-полиметаллическая	Сульфидный Новинка	<b>Сфалерит</b> <b>Галенит</b> Пирит	<b>Кварц</b> <b>Карбонат</b> Калишпат Серицит	Шеелит		

Примечание. В рудах месторождения установлены также [Онищук, Колосова, 1968] пирротин, вольфрамит, тетрадимит, кобальтин, самородный висмут, марказит. Полужирным шрифтом обозначены главные минералы.

проявлена на участке Новинка, занимающем центральное положение в пределах рудного поля, и является наиболее глубокой, а также встречается на Дмитриевском и Сульфидном участках. Руды кварц-арсенопиритового состава интенсивно развиты на участке Сульфидный, реже встречаются на северном и северо-восточном флангах участка Новинка, в северной и южной частях Дмитриевского участка и являются менее глубинными и наиболее удаленными от Кара-Чачинского массива. Основная масса золота отлагалась с кварц-магнетит-актинолитовой с шеелитом и кварц-арсенопиритовой ассоциациями [Прокофьев и др., 1997]. Менее продуктивные кварц-пирит-халькопиритовая минерализация проявлена повсеместно, а кварц-карбонат-полиметаллическая — в рудных жилах и прожилках на участках Новинка и Сульфидный. Минеральные ассоциации имеют свои геохимические особенности. Для кварц-пирит-турмалиновой характерны W, Sn и менее W, Bi, Au, в кварц-актинолит-магнетитовой с шеелитом преобладают Au, W, Bi, Mo (иногда Cu), кварц-арсенопиритовой свойственны As, Cu (более редкие Pb, Ag, W, Bi, Co), кварц-карбонат-полиметаллической — Pb, Ag, Zn, Bi [Петровская и др., 1984].

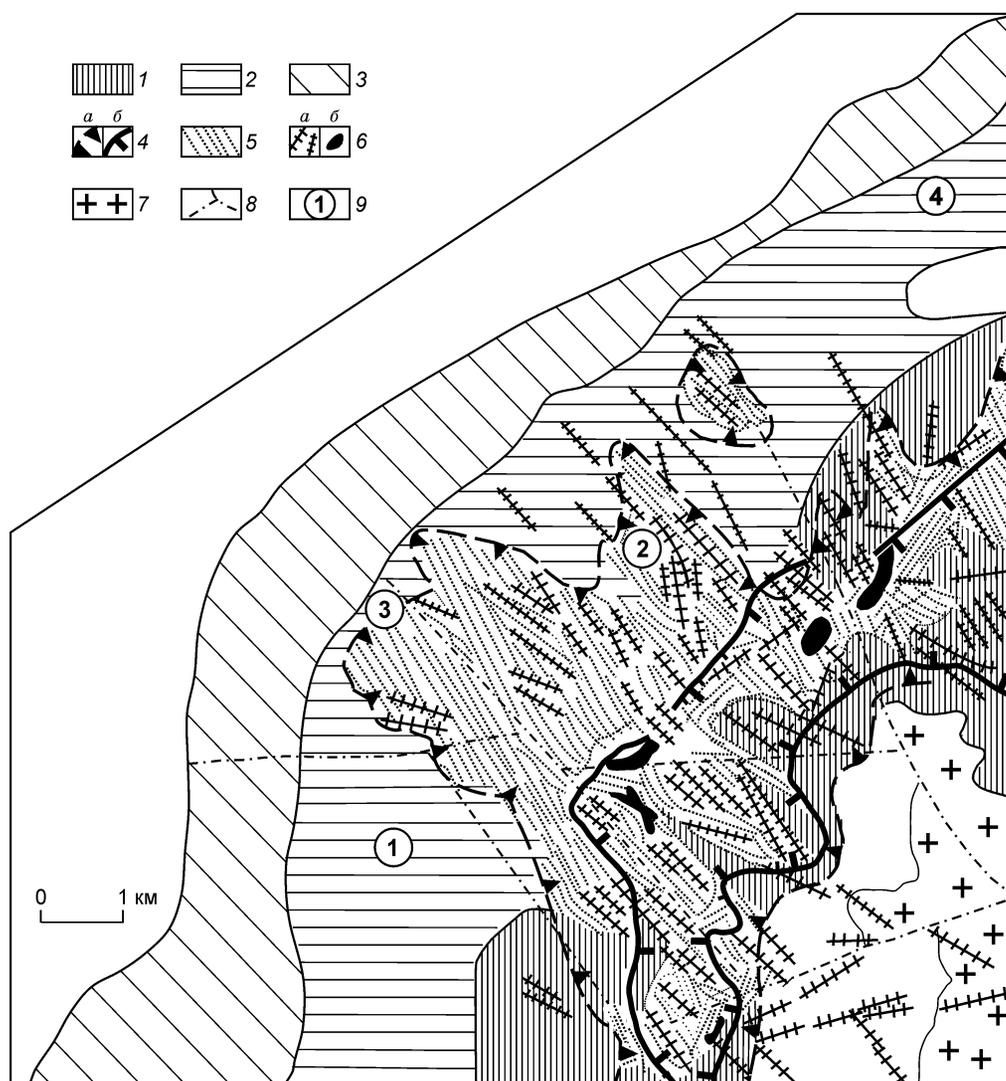
Характерной особенностью минерализации Карийского рудного поля являются процессы телескопирования руд, обусловленные унаследованностью оруденения и совмещением в одних и тех же рудных телах разновременных минеральных ассоциаций. Процессы телескопирования оруденения максимально проявлены в северной части Дмитриевского участка, в южной части участка Сульфидный и на юго-западном фланге участка Новинка, тяготея к площади сочленения рудоносных участков. Руды представляют собой, как правило, многостадийные образования, сформировавшиеся в результате последовательного поступления постмагматических растворов при ведущей роли процессов метасоматического замещения. Жилы и прожилки часто приурочены к контактам гранодиоритов с кварцевыми диоритами и диоритами. Оруденение формировалось в неспокойной обстановке, о чем свидетельствуют катаклаз, внутрирудное дробление минеральных агрегатов, развитие микротрещин, залеченных более поздними минералами. Распределение золота крайне неравномерное. При совмещении ассоциаций в пространстве содержания золота нередко увеличиваются, отмечается его связь с W, Bi, Mo и Ag. Мощность рудных жил составляет первые десятки сантиметров и изменчива по простиранию. Вмещающие породы несут, как правило, прожилково-вкрапленную золоторудную минерализацию, распространяющуюся до 0.8—1.0 м от контактов жилы и постепенно затухающую по мере удаления от жилы.

#### ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД

Ю.П. Евсеевым [1975] в пределах Карийского рудного узла выявлена прерудная пропилитизация, связанная со становлением Кара-Чачинского массива гранитоидов и имеющая площадное распространение. Выделены три фациальные разновидности пропилитов, связанные между собой постепенными переходами. Наблюдается зональность в размещении их относительно Кара-Чачинского массива (рис. 2). Высокотемпературные кварц-турмалин-актинолит-альбитовые пропилиты занимают внутреннее по отношению к Кара-Чачинскому массиву положение. Далее идут среднетемпературные эпидот-актинолит-турмалин-альбитовые пропилиты, сопровождающиеся пиритизацией, с ними близко совпадает область оптимального рудоотложения золоторудно-кварцевого минерального типа. Относительно низкотемпературные актинолит-альбит-хлорит-эпидотовые пропилиты, сопровождающиеся карбонатизацией и пиритизацией, отмечаются преимущественно во внешних частях рудоносного сегмента Усть-Карской купольно-кольцевой структуры, здесь локализуется также полиметаллическая и отчасти золото-полисульфидно-кварцевая минерализация [Петровская и др., 1984].

Как установлено нами, зональность пропилитов другого типа отмечается около рудных жил. Типичной метасоматической колонки пропилитов с „правильной“ и четкой зональностью относительно рудных жил не наблюдается. Изменения резко усиливаются на небольших интервалах (первые сантиметры), приуроченных, как правило, к мелким тектоническим нарушениям, зонам дробления, часто расположенным в околожильном пространстве. Особенно характерно это для участка Новинка. На Дмитриевском участке отмечается слияние зон наиболее интенсивной пропилитизации и рудных жил с кварц-пирит-турмалиновой минерализацией.

Характеристика пропилитов приводится в сводной метасоматической колонке (табл. 2). Площадным распространением пользуются очень незначительные изменения вмещающих пород (см. табл. 2, зоны 1—3). Их можно наблюдать на разных расстояниях от жил (в околожильном пространстве чаще в 15—45 см и более от контактов). Слабопропилитизированные породы содержат не более 5—10 % вторичных минералов, приуроченных чаще к трещинкам спайности и к стыку зерен первичных минералов. Они представлены эпидотом, серицитом, альбитом, актинолитом, карбонатом, хлоритом, биотитом, кварцем, сфеном. Встречаются, как правило, не все эти минералы, а лишь некоторые из них. В гранодиоритах, кварцевых диоритах (PR<sub>1</sub>), диоритах и гранитах (T—J<sub>1</sub>), гибридных порфирах (J<sub>3</sub>—K<sub>1</sub>) набор вторичных минералов сходен. В гранитах большую роль играют серицит и мусковит, а также ярко проявлена пелитизация и карбонатизация полевых шпатов; в гибридных порфирах в более измененных участках появляется эпидот; в диоритах, кварцевых диоритах и гранодиоритах широко развиты актинолит и альбит,



**Рис. 2.** Схема размещения пропилитовых изменений и развития щелочного метасоматоза в пределах Карийского рудного поля (по материалам [Евсеев, 1975] с дополнениями авторов).

Пропилиты: 1 — высокотемпературные кварц-турмалин-актинолит-альбитовые, 2 — среднетемпературные эпидот-актинолит-турмалин-альбитовые, 3 — низкотемпературные актинолит-альбит-хлорит-эпидотовые; 4 — границы главной (а) и сопряженной (б) зон щелочного метасоматоза; 5 — ареалы метасоматитов с повышенными концентрациями лития; 6 — жильные и дайкообразные тела грорудитов, щелочных пегматоидов и субщелочных гранитов (а), относительно крупные тела щелочных пород в центрах локальных очагов щелочного метасоматоза (б); 7 — гранитоиды Кара-Чачинского массива; 8 — разрывные нарушения; 9 — участки развития оруденения: 1 — Дмитриевский, 2 — Новинка, 3 — Сульфидный, 4 — Амурская дайка.

есть вторичный биотит. По плагиоклазу развиваются единичные чешуйки серицита, очень мелкие зернышки эпидота и карбоната в центре его зерен, по трещинкам спайности может появляться альбит. Роговая обманка свежая, но начинает замещаться актинолитом и вторичным биотитом. Вдоль зерен биотита и на стыке зерен плагиоклаза иногда располагаются мелкие зернышки эпидота и рыжеватые оксиды железа.

Около рудных жил на разном расстоянии от них (в среднем в 5—25 см от контактов) пропилитизация проявлена более интенсивно (см. табл. 2, зоны 4—6). Это выражается, прежде всего, в увеличении количества вторичных минералов, составляющих от 10 до 45 %, и в том, что в породе присутствует весь комплекс вторичных минералов, характерных для процесса пропилитизации: серицит, эпидот, альбит, актинолит, биотит, реже кварц, пирит, сфен, пелитизация полевых шпатов. Встречаются прожилки, типичные для пропилитизированных пород эпидот-актинолитового, эпидот-хлоритового, эпидот-кварцевого составов, пересекающиеся более поздними синрудными прожилками. Структура породы сохраняется первичная магматическая — гипидиоморфно-зернистая и др. Эти изменения одинаковы около всех рудных жил независимо от того, какие стадии минерализации позже были проявлены.

Таблица 2.

Сводная метасоматическая колонка пропилитизированных пород

№ зоны	Зона	Минеральный состав	Кол-во вторичных минералов, %	Мощность	Реакция замещения
1	Слабопропилитизированные мелкозернистые гранодиориты и кварцевые диориты (PR—PZ <sub>1</sub> ) с наложенной синрудной минерализацией	(Пл) + (Ро) + (Би <sub>перв.</sub> ) + Кв + КПШ + Эп + Би <sub>втор.</sub> + Сер + Сф + Мт (в наименее измененной породе) + Аб + Акт + Гл + Карб + Хл + Гем (в более измененных породах)	Не более 5—10	Площадное развитие	Пл → Сер, Эп, в более измененных породах также Аб, Карб, Гл; Ро → Акт, Эп, Би <sub>втор.</sub> ; Би <sub>перв.</sub> → Хл, Сф, Мт
2	Слабопропилитизированные мелкозернистые диориты (Т—J <sub>1</sub> ) с наложенной синрудной минерализацией	(Пл) + (Ро) + Эп + Би <sub>втор.</sub> + Сер + Аб + Акт + Мт	»	»	Пл → Сер, Эп, Аб; Ро → Акт, Эп, Би <sub>втор.</sub> , Мт
3	Слабопропилитизированные гибридные порфиры (J <sub>2-3</sub> ) с наложенной синрудной минерализацией	(Пл) + (Ро) + Кв + КПШ + (Би <sub>перв.</sub> ) + Сер + Акт + Кв + Эп (появляется в более измененных разновидностях) + Сф + Мт + Пир + Карб + Хл	»	»	Пл → Сер; Ро → Акт, Хл, Сф, Мт; Карб, Хл, Мт; Би → Хл
4	Пропилитизированные мелкозернистые гранодиориты и кварцевые диориты (PR—PZ <sub>1</sub> ) с наложенной синрудной минерализацией	(Пл) + (Ро) + (Би <sub>перв.</sub> ) + Кв + КПШ + Сер + Би <sub>втор.</sub> + Эп + Аб + Акт + Кв + Пир + Карб + Хл. Пржилки Эп-Акт, Эп-Хл, Эп-Кв состава	От 10—15 до 35—40	От 10 до 160 см в разрезах по жилам	Пл → Аб, Сер, Эп, Карб; Ро → Би, Акт, Хл; Би → Хл, Кв
5	Пропилитизированные мелкозернистые диориты (Т—J <sub>1</sub> ) с наложенной синрудной минерализацией	(Пл) + (Ро) + (Би <sub>перв.</sub> ) + Сер + Би <sub>втор.</sub> + Акт + Аб + Эп + Сф + Карб + Хл	От 5 до 45	От 5 до 120 см (в разрезах по жилам)	Пл → Аб, Сер, Эп, Би, Карб; Ро → Би, Акт, Сф; Би <sub>перв.</sub> → Хл, Саг
6	Пропилитизированные гибридные порфиры (J <sub>2-3</sub> ) с наложенной синрудной минерализацией	(Пл) + (Ро) + (Би <sub>перв.</sub> ) + Би <sub>втор.</sub> + (Акт) + Эп + Сосс [Аб, Гл, Сер, Карб и т. д.]	От 5 до 45	Мощность дайки	Пл → Аб, Гл, Сер, Эп, Карб, Би; Ро → Би <sub>втор.</sub> , Мт, Акт; Акт → Би <sub>втор.</sub>
7	Пропилит среднетемпературной альбит-эпидот-кварц-турмалиновой фации	(Турм) + Кв + Эп + Аб + реликты Пл + Сф	90 и более	Первые сантиметры	Пл → Аб; Турм → Эп
8	Пропилит низкотемпературной актинолит-альбит-хлорит-эпидотовой фации	Эп + Кв + Хл + (Акт) + Би <sub>втор.</sub> + (Аб) + (реликты Пл, Ро, Би) + Пир. Пржилки Эп-Кв состава	80—85 и более	»	Акт → Хл; Би <sub>втор.</sub> → Хл; Аб → Кв; Пл → Аб, Сер; Ро → Акт; Би <sub>перв.</sub> → Хл; Пир, Мт → гидроокислы

Примечание. В скобках — минерал начинает замещаться, подчеркнуты вторичные минералы с содержанием более 10 %, во всех зонах могут встречаться магнетит, апатит, сфен, циркон, ортит, → — минерал замещается, ⇒ — минерал замещен. Принятые здесь и в табл. 3 сокращения: Аб — альбит, Акт — актинолит, Амф — амфибол, Ап — апатит, Арс — арсенипирит, Би — биотит, Гаст — гастинсит, Гем — гематит, Гл — пелитизация (глинистые частицы), Карб — карбонат, Кв — кварц, КПШ — калиевый полевоы шпат, Мт — магнетит, Пир — пирит, Пл — плагиоклаз, Риб — рибекит, Ро — роговая обманка, Саг — сагенит, Сер — серицит, Сосс — соссорит, Сф — сфен, Турм — турмалин, Хл — хлорит, Эг — эгирин, Эп — эпидот.

Плагиоклаз — с обильными микровключениями минеральных частиц. Замещена примерно половина зерен. Альбит образует отдельные пятна и тонкие прожилки, пересекающие зерна плагиоклаза, по направлению к жилам альбитизация усиливается (в 1—5 см от контактов). Есть также мелкие чешуйки серицита, зернышки эпидота, образующие гнезда в центре зерен плагиоклаза, около жил их содержание уменьшается. Плагиоклаз пелитизирован, может замещаться также карбонатом.

Роговая обманка замещается мелкими чешуйками вторичного биотита, частично он „переходит“ на плагиоклаз. Цвет коричневый с зеленоватым оттенком. Одновременно образуется актинолит, количество которого увеличивается по направлению к жиле. Встречается в гомоосевых псевдоморфозах, в крупных чешуйках и в тонкозернистом плохо различимом агрегате. Изредка появляются эпидот и кварц, есть магнетит и сфен.

На участке Новинка из вторичных минералов наиболее распространены серицит и биотит (серицит-биотитовая зона), по направлению к жиле усиливается роль альбита и актинолита (альбит-актинолитовая зона). На участках Сульфидный и Дмитриевский много эпидота, биотита, актинолита, альбита. Количество эпидота растет по направлению к жиле. В гранитах меньше эпидота, преобладают альбит, серицит, карбонат.

Наиболее интенсивное проявление пропилитизации выражается в образовании актинолит-хлорит-кварц-эпидотовых метасоматитов (см. табл. 2, зона 3) с примесью биотита, реликтами замещенного альбитом, эпидотом, серицитом, пелитовыми частицами плагиоклаза и кварц-эпидотовыми прожилками. Вторичных минералов 80—85 %. Мощность таких пород невелика — первые сантиметры около кварц-эпидотовых прожилков, часто наблюдаются явления катаклаза — вторичные минералы как бы цементируют раздробленные минералы вмещающей породы.

Предрудные изменения плавно сменяются синрудными, причем часто образуются те же минералы (альбит и т. д.). В контактах с жилами могут присутствовать реликтовые минералы пропилитов, а в практически незатронутых пропилитизацией породах — вкрапления и прожилки минеральных образований, характерных для той или иной стадии минерализации. С каждой жильной минеральной ассо-

Таблица 3. Строение метасоматических колонок околорудных жил разного состава

№ зоны	Расстояние от жилы	Состав зон
<b>Кварц-пирит-турмалиновая минерализация</b>		
0		Прожилки состава: Турм, Пир, Кв, Аб, КПШ — в слабопропилитизированных породах
1	Более 8 см от контактов с жилой	Турм, Пир, Кв, КПШ в пропилитизированных породах с большим количеством Аб и Акт. Прожилки с Турм.
2	В 3—8 см от висячего и в 6.5 см от лежащего контактов	Альбитизация и окварцевание до альбитита состава: Аб, Турм, более поздний Карб, Кв, рудные минералы, КПШ; Кв-Турм прожилки
3	Реликты в жиле и в контактах с жилой	Калишпатизация и окварцевание — отчасти наложенные. Кварцевые прожилки
<b>Кварц-актинолит-магнетитовая минерализация</b>		
0		Прожилки состава: Мт, Кв, Акт, КПШ — в слабопропилитизированных и более измененных породах (серицит-биотитовой зоне пропилитов)
1А	Более 20 см от жил	Мт, КПШ, Кв, отчасти Аб, Акт (до 10—45 % вместе с прожилками) в виде вкраплений в интенсивно пропилитизированных породах (серицит-биотитовая и чаще альбит-актинолитовая зоны пропилитов). Растет число прожилков состава: Кв, Акт, Би, Мт, КПШ, более поздний Карб
1Б	В 1—5 см, редко до 10 см от жил и в контактах с маломощными прожилками	Изменения количественные, но не качественные. Мт, КПШ, Кв, отчасти Аб, Акт (70—80 %) вместе с прожилками состава: Мт, Акт, КПШ, Кв, редко Би и более поздний Карб. Есть также зеленый Би, но больше он связан с эгириновой минерализацией
2	В 0—1 см от контактов жил и в реликтах пород в жилах	Метасоматит состава: Аб, КПШ, Кв, Мт, реже Акт. Синрудные прожилки КПШ
		При наложении Кв-Акт-Мт минерализации на Кв-Пир-Турм во вмещающих породах отмечаются реликты Турм и увеличивается количество Аб
<b>Эгириновая минерализация</b>		
	На любом расстоянии от жил	При наличии наложенной эгириновой минерализации в породах появляются Эг, щелочной амфибол (Риб?), зеленый Би, Сф. Эти же минералы в прожилках
<b>Кварц-арсенопиритовая минерализация</b>		
0		Синрудные прожилки зеленого биотита и др. В зоне дробления КПШ и Кв
1	Более 30 см от жилы	То же, но в более измененном пропилитизированном кварцевом диорите
2	В контактах с жилой и до 30 см	КПШ, зеленый Би, Сер, прожилки с КПШ и вкрапленность Арс в интенсивно пропилитизированной породе
		При наложении Кв-Арс минерализации на Кв-Пир-Турм в контакте с жилой усиливается альбитизация, есть Би, КПШ, Кв, Арс, Сер (мало)
		При наложении Кв-Арс минерализации на Кв-Акт-Мт в контакте с жилой метасоматит состава: Аб, КПШ, Акт, Мт, Арс. На удалении есть зеленый Би, Кв, щелочной амфибол
<b>Кварц-сульфидная (с пиритом и халькопиритом) минерализация</b>		
	В контактах с жилой	Калишпатизация, окварцевание, серицитизация, вкрапленность пирита. Альбит как реликтовый
		При совмещении кварц-сульфидной и эгириновой минерализации в контактах с жилой участки породы сложены КПШ, Кв, Эг, Риб, Аб (реликтовый?). Прожилки с Эг. Вкрапленность Арс
<b>Кварц-карбонат-полиметаллическая минерализация</b>		
	По многим разрезам на разном расстоянии от жил	Карбонатизация, окварцевание. Карбонат в жилах и прожилках замещает Турм, КПШ, Акт, Эг, щелочной Амф, Би; в породах развивается по этим же минералам, а также по Пл, Ро, Аб. Карбонатные и кварцевые прожилки

циацией связан свой комплекс околорудных изменений вмещающих пород (табл. 3). Кварц-пирит-турмалиновая стадия минерализации сопровождается альбитизацией (вплоть до образования альбититов), окварцеванием, интенсивно проявленным в отдельных участках месторождения, турмалинизацией, пиритизацией. Руды кварц-актинолит-магнетитовой ассоциации сопровождаются образованием калиевого полевого шпата, кварца, магнетита, альбита, актинолита, в меньшей мере биотита. Там, где в жилах появляется эгирин, во вмещающих породах отмечаются эгирин, щелочные амфиболы, биотит зеленого цвета. Кварц-сульфидная стадия при образовании кварц-арсенопиритовой ассоциации сопровождается калиевым полевым шпатом, биотитом рыжего цвета, серицитом и арсенопиритом. С кварц-сульфидными с пиритом и халькопиритом рудами связаны метасоматиты калишпат-серицит-кварцевого состава с вкрапленностью сульфидов. Кварц-карбонат-полиметаллическая стадия сопровождается кварцем и карбонатом, основная масса которого образуется в эту стадию и замещает многие как первичные, так и вторичные минералы. Зоны метасоматических колонок почти не встречаются в чистом виде, мощность их и расстояния от контактов с жилами также различны. Сложная нечеткая зональность является следствием унаследованного развития стадий минерализации. Изменения как предрудные пропилитовые, так и синрудные сходны в породах разного состава.

Синрудные изменения начинаются с прожилков и отдельных редких вкраплений в слабопропилитизированных породах. По направлению к жиле усиливаются и пропилитизация, и синрудные изменения, причем все большую роль начинают играть синрудные минералы, замещающие как первичные минералы магматической породы, так и минералы, образующиеся при пропилитизации. В зоне, где доминируют синрудные минералы, количество эпидота резко сокращается или он исчезает совсем (исключение составляют лишь жилы с кварц-пирит-турмалиновой минерализацией).

Мощности оторочек полностью синрудно переработанных пород, макроскопически представленных осветленными полевошпатовыми и реже черными или бурыми биотитовыми по составу метасоматитами, составляют 1—2, редко 5 см у контактов жил. На этом же расстоянии от контактов с жилой (от 1.5 до 3—5 см) фиксируется изменение химического состава пород, прежде всего, содержания щелочных элементов. В местах интенсивного разветвления жил и в участках развития тонкопрожилковой минерализации мощность метасоматитов увеличивается до 0.5 м и более.

Нерудная часть жилы и внутренние зоны метасоматических колонок синрудно измененных пород имеют качественно идентичный состав. В комплексе со структурно-текстурными факторами это говорит о преобладающей роли процессов метасоматического замещения при образовании рудных жил, которые и сами нередко являются завершающим результатом формирования метасоматической колонки. Типичные жилы выполнения имеют подчиненное развитие.

В участках с телескопированным оруденением, где образования разных стадий минерализации накладываются друг на друга и на предварительно пропилитизированные породы, минеральный состав околорудных пород усложняется. В этом случае в околорудном пространстве встречаются вторичные минералы, связанные со всеми проявленными в данной жиле стадиями минерализации. Причем в контактах с жилами преобладают минералы, типичные для доминирующей рудной ассоциации. Таким образом, около жил есть реликтовые минералы пропилитов (одни и те же у жил разного состава) и синрудные вторичные минералы, сопровождающие все проявленные стадии рудной минерализации.

#### ПОВЕДЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗОНАХ ОКОЛОЖИЛЬНЫХ МЕТАСОМАТИТОВ

Характеристика химического и геохимического составов вмещающих пород в околожилных оторочках приводится в табл. 4. Изменения химического состава вмещающих пород в интервале от 1.5 до 3—5 см от контактов жил выражаются в контрастном изменении содержания щелочных элементов, так как почти на протяжении всего рудного процесса в число синрудных минералов входят альбит, калиевый полевой шпат и кварц. На ранних стадиях рудного процесса большую роль играла миграция натрия. Для околорудно-измененных пород около жил с кварц-пирит-турмалиновой минерализацией, где проявлены альбитизация и окварцевание, характерно увеличение содержания  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_2$  и уменьшение значений  $\text{K}_2\text{O}$ , Rb, Li, а также MgO и CaO (см. табл. 4). В последующие стадии большую роль начинает играть калий. Около жил с кварц-актинолит-магнетитовой, эгириновой и кварц-арсенопиритовой минерализацией увеличиваются содержания  $\text{K}_2\text{O}$ , Rb, иногда MgO и идет вынос  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_2$ , CaO. При этом образуются околожилные зоны с калиевым полевым шпатом, биотитом, серицитом. В биотитизированных породах увеличивается содержание Li, в калишпатизированных — снижается. Содержание кремнезема чаще остается почти постоянным.

Была предпринята попытка количественной оценки состояния щелочных элементов. В основу такого подхода был положен критерий стандартов. В число рассматриваемых параметров вошли содержания щелочных элементов (в пересчете на атомные количества), сумма натрия и калия, а также отношения Na/K и  $\text{Na}/(\text{Na} + \text{K})$ , отнесенные к тем же параметрам в неизмененных породах (табл. 5). На основании анализа распределения в околожилных зонах отношений Na/K и  $\text{Na}/(\text{Na} + \text{K})$ , приведенных к тем же отношениям в неизмененных породах, по каждому разрезу схематично выделяются зоны гидротермального изменения, характеризующиеся увеличением роли калия от внешних зон к внутренним.

Таблица 4. Химический состав (в %) вмещающих пород в околожильных оторочках (по детальным распилам штуфных образцов)

№ п/п	Ассоциация	Зона (от внешней к внутренней)	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	П.п.п.	Li	Rb	F	Σ	CO <sub>2</sub>	
1	Кварц-турмалиновая жила в биотит-роговообманковом гранодиорите	Слабоизмененный гранодиорит	66.92	0.43	15.10	2.32	2.15	0.04	1.10	3.30	5.56	1.47	0.04	1.12	0.0030	0.0057	0.10	99.65	0.77	
			70.22	0.52	13.40	2.30	1.80	0.02	0.20	0.20	2.40	7.10	0.54	0.11	1.20	0.0006	0.0009	0.04	99.85	1.10
			66.73	0.35	15.40	2.02	3.59	0.03	2.00	0.03	1.60	4.51	2.49	0.09	0.92	0.0018	0.0060	0.02	99.75	0.66
2	Кварц-магнетитовый прожилок в биотит-роговообманковом гранодиорите	Слабоизмененный гранодиорит	63.04	0.78	15.30	1.62	3.50	0.06	2.00	4.30	5.52	2.31	0.18	1.08	0.0062	0.0004	0.17	99.87	0.33	
			65.45	0.66	14.70	1.42	3.32	0.05	1.60	0.05	3.80	4.82	3.25	0.11	0.48	0.0065	0.0095	0.14	99.82	0.11
			65.90	0.59	15.60	1.32	2.33	0.04	1.20	0.04	3.60	5.09	3.21	0.18	0.64	0.0052	0.0080	0.07	99.78	0.11
3	Кварц-актинолит-магнетитовый прожилок в биотит-роговообманковом гранодиорите	Альбитизированный гранодиорит с вкрапленностью магнетита	69.73	0.76	15.00	1.22	1.61	0.04	0.70	1.50	8.37	0.46	0.11	0.32	0.0014	0.0006	0.05	99.87	0.11	
			68.34	0.57	14.80	1.52	3.50	0.04	0.70	0.04	1.50	8.07	0.61	0.11	0.30	0.0015	0.0092	0.07	100.14	—
			65.46	0.52	16.30	1.92	2.60	0.05	1.50	0.05	4.20	4.90	1.89	0.04	0.52	0.0052	0.0032	0.03	99.93	0.33
4	Магнетитовый прожилок с эфирином в диорите	Слабоальбитизированный диорит	65.46	0.62	16.10	1.82	3.14	0.04	1.60	4.00	4.12	2.12	0.16	0.44	0.0062	0.0055	0.09	99.72	0.44	
			65.46	0.60	15.80	2.02	3.27	0.04	1.60	0.04	3.30	4.37	2.69	0.11	0.64	0.0075	0.0087	0.10	99.97	0.11
			64.19	0.48	15.50	0.42	3.41	0.03	1.20	0.03	3.30	1.18	10.08	0.07	0.24	0.0015	0.0225	0.03	100.16	0.22
4	Магнетитовый прожилок с эфирином в диорите	Бютитизированный диорит	50.40	1.27	18.40	4.23	5.56	0.11	4.20	6.50	5.23	2.05	0.25	1.32	0.0080	0.0055	0.10	99.69	0.11	
			50.40	1.22	18.50	4.62	5.48	0.10	4.30	0.10	6.60	4.51	2.62	0.30	1.40	0.0100	0.0085	0.10	100.16	0.11
			50.43	1.29	10.20	4.92	5.12	0.11	4.30	0.11	6.90	4.62	2.22	0.23	1.28	0.0090	0.0065	0.20	99.83	0.11
			53.46	1.22	15.10	6.82	4.22	0.08	3.40	4.00	3.28	0.23	0.60	0.0140	0.0197	0.27	100.00	0.11		

Примечание. Проверка — элемент не обнаружен. Анализы выполнены в Институте геохимии СО РАН (г. Иркутск): Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Li, Rb — методом фотометрии пламени, остальные элементы — химическим силикатным (аналитики В.И. Мордвинова, Н.М. Бехтерева).

Таблица 5. Распределение щелочных элементов, золота и некоторых элементов-спутников в зонах гидротермального изменения вмещающих пород

Жила, участок	Минерализация	Зона гидротермального изменения вмещающих пород (от внешней к внутренней)*	Средние значения параметров распределения щелочных элементов**				Средние содержания элементов						
			Na/K	Na/(Na+K)	Li	Rb	n·10 <sup>-3</sup> %						
							Au	Mo	W	Bi	B	As	
Жила 1, участок Новинка	Существенно магнетитовая	Слабоизмененные породы (3) Биотитизация, альбитизация (3) Биотитизация, калишпатизация (8)	0.99	1.00	1.50	1.75	0.13	0.8	2.0	0.6	3.4	1.5	
Жила 7, участок Новинка	Кварц-актинолит-магнетитовая с шешлитом	Слабоизмененные породы (3) Биотитизация (2) Биотитизация, калишпатизация	1.13	1.03	0.93	0.59	0.43	3.0	3.0	1.2	3.0	—	
Апофиза жилы 11, участок Новинка	Кварц-актинолит-магнетитовая	Слабая альбитизация (2) Альбитизация, биотитизация, окварцевание (4) Слабоизмененные породы (2) Альбитизация, биотитизация, окварцевание (2) Альбитизация, эгиринизация, окварцевание (4)	1.3	1.06	0.25	0.92	0.18	2.0	0.7	0.4	0.9	1.5	
Жила 15, юго-западный фланг участка Новинка	Кварц-магнетитовая с наложенной кварц-эгириновой	Слабоизмененные породы (3) Калишпатизация, биотитизация (5) Калишпатизация (10)	0.92	0.99	0.17	1.18	0.97	8.9	1.2	1.0	0.8	3.0	
Жила 1С, участок Сульфидный	Кварцевая с арсенопиритом	Слабоизмененные породы (2) Калишпатизация (5) Калишпатизация, серицитизация (3)	1.09	1.03	0.67	0.72	0.16	1.0	0.9	0.1	1.5	—	
	Существенно арсенопиритовая		0.86	0.97	0.65	1.36	0.73	3.0	1.3	1.0	1.0	2.5	
			2.05	1.13	0.63	0.44	0.89	2.6	1.4	0.6	0.9	3.5	
			1.18	1.03	1.23	0.99	0.39	0.5	0.8	4.6	2.6	4.0	
			0.96	1.00	1.36	1.33	0.32	0.9	1.6	2.6	3.0	2.6	
			0.78	0.94	1.05	1.66	0.70	1.2	1.3	1.9	1.9	4.1	
			0.30	0.96	1.00	1.22	0.05	0.1	0.6	0.4	7.0	13.0	
			0.29	0.59	1.14	2.69	3.75	0.7	9.6	21.9	6.0	48.0	
			0.04	0.12	0.37	1.26	12.80	0.8	8.0	45.3	—	233.3	

Примечание. Прочерк — элемент не обнаружен. Анализ выполнен в Институте геохимии СО РАН (г. Иркутск): К, Na, Li, Rb — методом фотометрии пламени (аналитики В.И. Мордвинова, Н.М. Бехтерева), Au — атомно-абсорбционным методом (аналитик А.А. Хлебникова), остальные элементы — приближенно-количественным спектральным (аналитик В.К. Мельничук).

\* В скобках указано количество проб.

\*\* Na/K и Na/(Na+K), а также содержания Li и Rb приведены к соответствующим значениям в неизмененных вмещающих породах.

Около жилы 1 участка Новинка, имеющей существенно магнетитовый состав при почти полном отсутствии кварца, отмечается привнос калия в зоне общей мощностью около 2 м, а также в самой жиле. Параллельно идет вынос натрия. Те участки, где калий значительно преобладает над натрием, характеризуются развитием прожилковой минерализации и повышенными содержаниями золота. В участках дробления и развития карбонатных прожилков фиксируется интенсивный вынос всех щелочных элементов.

В разрезе жилы 7 на участке Новинка, имеющей кварц-актинолит-магнетитовый состав при значительной роли кварца, наблюдается вынос натрия и калия из жилы и привнос калия в ее экзоконтактные оторочки, где отмечаются калишпатизация, окварцевание и прожилки с калиевым полевым шпатом, актинолитом, магнетитом. Содержания натрия выше в участках слабопропилитизированных пород, с появлением интенсивных синрудных изменений они резко снижаются. При наложении карбонатной минерализации также происходит вынос щелочных элементов.

Нередко имеет место различие в поведении щелочных элементов в разных сечениях одной и той же жилы, отличающихся по составу наложенной минерализации на основную продуктивную. Так, в одном из сечений апофизы жилы 11 на участке Новинка, где вскрыта продуктивная кварц-актинолит-магнетитовая минерализация, в экзоконтактных оторочках отмечается незначительный привнос калия, в другом сечении, где эта минеральная ассоциация пересекается эгирин-кварцевыми прожилками, экзоконтактные участки характеризуются выносом калия, околожильная зона отличается преобладанием натрия над калием.

Около жилы 15 юго-западного фланга участка Новинка, имеющей кварцевый состав с вкрапленностью арсенопирита, по всему разрезу отмечается привнос всех щелочных элементов, что выражается в довольно широком развитии процессов калишпатизации, биотитизации и альбитизации. Однако отношение натрия к калию в среднем меньше единицы, что говорит о несколько большей активности калия. Показательно, что здесь же установлены стабильные, хотя и невысокие содержания золота.

Жила 1С на участке Сульфидный, имеющая существенно арсенопиритовый состав, сопровождается зоной гидротермального изменения пород мощностью 1.2 м, в которой фиксируется значительный привнос калия, рубидия, в меньшей степени лития. Здесь же происходит вынос натрия (в отдельных участках значительный), эти участки характеризуются повышенными содержаниями золота.

#### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ

Карийское месторождение, судя по классификации [Шер, 1971], относится к месторождениям с совмещением нескольких метасоматических формаций околорудных гидротермалитов. Синрудные изменения — калишпатизация, альбитизация, окварцевание и др. — накладываются на пропилитизированные породы. В.А. Жариков и Б.И. Омеляненко [1965] выделяют подобные изменения как кварцево-ортоклазовую и кварцево-альбитовую фации среди низкотемпературных околожильных метасоматитов в зависимости от режима вполне подвижных щелочей.

Процессы, приведшие к образованию рудных жил и сопровождающих их изменений вмещающих пород, являются процессами инфильтрационного метасоматоза околотрещинного типа. Физико-химические свойства вмещающих пород, в частности, их низкая пористость и проницаемость, обусловили малые мощности интенсивной переработки пород и сетчатое или брекчиевидное строение околорудных зон. Мощность интенсивно измененных пород околорудных жил не превышает 1.5—2.0 м, включая и предрудную пропилитизацию, и синрудные околожильные изменения.

Зоны околорудных метасоматитов, как и сами жилы, часто имеют прерывистый характер. Интенсивность изменений зависит более от степени проницаемости пород и от морфологии жилы, а не от мощности жилы и не от расстояния от контактов с ней. В контактах с жилами иногда встречаются слабопропилитизированные породы с единичными синрудными прожилками и вкраплениями. И, наоборот, интенсивные изменения могут появляться на удалении от жилы в участках с тонкопрожилковой минерализацией, ослабленными зонками, трещинками.

Предрудная пропилитизация имеет площадное распространение [Евсеев, 1975], связана со становлением Кара-Чачинского массива гранитоидов и характеризуется зональностью двух типов: относительно этого массива и относительно рудных жил. Формирование пропилитов происходило после внедрения даек гибридных порфиров и в начале образования руд кварц-пирит-турмалиновой стадии, с которыми сопряжены пропилитовые изменения. По направлению к жилам усиливаются и пропилитизация, и синрудные изменения. Это может свидетельствовать о том, что гидротермальные растворы, несущие рудную минерализацию, проникали по наиболее предварительно проработанным зонам. Однако продвижение гидротермальных растворов при пропилитизации и более поздних синрудных изменениях вмещающих пород не всегда шло по одним и тем же ослабленным зонам, которыми являются тектонические нарушения, контакты различных пород и т. п. Породы, представляющие внутренние зоны метасоматической колонки пропилитов, нередко отмечаются на некотором удалении от жил и сопровождающих их внут-

ренных зон метасоматических колонок более поздних синрудных метасоматитов, а также вне связи с рудными жилами, но чаще в пределах двух метров от контактов с жилой, и приурочены к тектоническим зонам. В пропилитизированных породах почти повсеместно встречаются более поздние наложенные прожилки и отдельные вкрапления синрудных минералов.

Каждая стадия рудной минерализации сопровождается своими синрудными изменениями вмещающих пород, которые накладываются в той или иной степени на пропилитизированные породы. Широко проявленное телескопирование оруденения и унаследованность развития стадий минерализации усложняют строение зон синрудных метасоматитов. В участках с телескопированным оруденением в метасоматитах отмечаются, как правило, минералы, свойственные всем проявленным на месторождении стадиям минерализации.

Смена состава жильных минералов и сопряженных изменений вмещающих пород происходит с изменением режима кислотности—щелочности [Гнилуша, 1987]. В процессе пропилитизации и образования минеральных ассоциаций ранней кварц-пирит-турмалиновой стадии гидротермальные растворы были более кислыми (субщелочными), во вторую (кварц-актинолит-магнетитовую) стадию происходило повышение щелочности, которое достигало максимума в начале третьей (кварц-сульфидной) стадии при образовании кварц-арсенопиритовой ассоциации, но в конце этой стадии кислотность растворов снова возрастала.

Основным фактором синрудных преобразований пород является активное поведение щелочных элементов. Для синрудных метасоматитов типичны альбит, калиевый полевошпат (в том числе адуляр), биотит, серицит, эгирин, щелочной амфибол, кварц. На ранней кварц-пирит-турмалиновой стадии идет привнос натрия, при образовании кварц-актинолит-магнетитовой ассоциации усиливается роль калия и при формировании метасоматитов кварц-сульфидной стадии калий играет ведущую роль. Отмечается активизация калия от внешних зон метасоматических колонок к внутренним.

Намечается тенденция увеличения содержания золота с возрастанием роли калия в зонах гидротермальных изменений. Связь золота с калием, возможно, является следствием транспортировки его в виде комплексных соединений с калием [Павлов, 1973]. Геохимические ассоциации рудных элементов во внутренних зонах метасоматитов очень близки к таким же в соответствующих жилах. В синрудных зонах жил кварц-актинолит-магнетитовой ассоциации золото связано с молибденом, вольфрамом и висмутом; в околорудных зонах жил кварц-арсенопиритовой ассоциации — с вольфрамом, висмутом и мышьяком.

#### ЛИТЕРАТУРА

**Антипин В.С.** Петрология и геохимия мезозойских гранитоидов Пришилкинской структурной зоны (Восточное Забайкалье): Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Иркутск, ИГХ СО АН СССР, 1969, 20 с.

**Баумштейн Р.А.** Первичные ореолы одного золоторудного месторождения в Восточном Забайкалье и их практическое значение // Геохимические методы поисков месторождений золота по первичным ореолам. Чита, Забайкал. филиал Географ. об-ва СССР, 1973, с. 111—113.

**Баумштейн Р.А.** Первичные геохимические ореолы Карийского золоторудного месторождения и их практическое значение: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. М., ИМГРЭ, 1974, 27 с.

**Богданова Л.А., Зорина Л.Д., Афонина Г.Г., Бобров Ю.Д., Спиридонов А.М., Богатырев П.В.** Турмалин золоторудных месторождений Восточного Забайкалья // Зап. ВМО, 1986, вып. 2, ч. 115, с. 191—200.

**Бородаевская М.Б.** Некоторые особенности петрогенезиса формации малых интрузий послевосточного возраста в одном из районов Восточного Забайкалья // Изв. АН СССР, Сер. геол., 1956, № 6, с. 70—92.

**Гнилуша В.А.** Геохимические поля концентрирования Карийского рудного узла: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Иркутск, ИГХ СО АН СССР, 1987, 20 с.

**Гнилуша В.А., Спиридонов А.М., Петровская С.Г.** Геохимические особенности продуктивных минеральных ассоциаций и зональность геохимических полей концентрирования Карийского рудного узла (Восточное Забайкалье) // Геохимические поиски рудных месторождений в таежных районах. Новосибирск, Наука, 1991, с. 84—92.

**Евсеев Ю.П.** Металлогения Усть-Карского рудного района и локальный прогноз золотого оруденения: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. М., ИГЕМ, 1975, 20 с.

**Евсеев Ю.П., Грабеклис Р.В., Зиновьева Г.Н., Полохов В.П.** Основные рудные формации Карийского золоторудного района, их связь с магматизмом и поисковые признаки // Геология некоторых рудных районов и полей Забайкалья (вопросы тектоники, магматизма и металлогении). Иркутск, 1973, с. 107—114.

**Жариков В.А., Омеляненко Б.И.** Некоторые проблемы изучения изменений вмещающих пород в связи с металлогеническими исследованиями // Изучение закономерностей размещения минерализации при металлогенических исследованиях рудных районов. М., Недра, 1965, с. 119—188.

**Зорина Л.Д., Спиридонов А.М., Прокофьев В.Ю.** Сравнительный анализ условий формирования Карийской и Дарасунской РМС (геологический и физико-химический аспекты) // Проблемы рудообразования, поисков и оценки минерального сырья. Новосибирск, Изд-во СО РАН, 1996, с. 83—91.

**Интрузивные комплексы Забайкалья** / Ред. Н.И. Тихомиров. М., Недра, 1964, 215 с.

**Колосова Т.Б., Онищук Ю.В.** К минералогии золотосодержащих магнетитовых руд Усть-Карского района Восточного Забайкалья // Геология некоторых рудных месторождений Забайкалья. Чита, Изд-во ЗабНИИ, 1968, с. 45—56.

**Колосова Т.Б., Онищук Ю.В.** О новом типе золотого оруденения в Восточном Забайкалье // Изв. АН СССР, Сер. геол., 1970, № 10, с. 78—88.

**Кузьмин М.И., Антипин В.С.** Геохимическая характеристика мезозойских гранитоидов Восточного Забайкалья // Геохимия редких элементов в магматических комплексах Восточной Сибири. М., Наука, 1972, с. 132—185.

**Литвинов В.Л., Соломин Ю.С.** Эгиринсодержащие дайковые породы некоторых золоторудных месторождений Восточного Забайкалья, их генезис и отношение к оруденению // Изв. вузов. Геология и разведка, 1973, № 6, с. 56—63.

**Литвинов В.Л., Ляхов Ю.В., Попивняк И.В.** Палеотемпературная зональность Карийского золоторудного месторождения (Восточное Забайкалье) // Геология рудных месторождений, 1970, т. XII, № 5, с. 96—101.

**Литвинов В.Л., Ляхов Ю.В., Попивняк И.В.** Физико-химические особенности формирования Карийского золоторудного месторождения (Восточное Забайкалье) // Минералогический сборник Львовского ун-та, 1971, № 25, вып. 2, с. 152—163.

**Онищук Ю.В., Колосова Т.Б.** О золотоносных магнетитах Усть-Карского района Восточного Забайкалья // Геология некоторых рудных месторождений Забайкалья. Чита, Изд-во ЗабНИИ, 1968, с. 17—21.

**Павлов А.Л.** Тиосульфидные и гидросульфидные комплексы как возможная форма переноса тяжелых металлов и серы в гидротермальных системах // Физическое и физико-химическое моделирование рудообразующих систем. Новосибирск, Наука, 1973, с. 75—112.

**Петровская С.Г., Спиридонов А.М., Гнилуша В.А.** Зональность геохимических полей и их поисковое значение (на примере одного из золоторудных узлов) // Геология и геофизика, 1984 (9), с. 56—64.

**Петровская С.Г., Спиридонов А.М., Гнилуша В.А.** Геохимические поля концентрирования и их зональность в пределах одного из золоторудных узлов Забайкалья // Геохимические методы поисков и оценки рудных месторождений. Новосибирск, Наука, 1985, с. 43—50.

**Плюснин Г.С., Спиридонов А.М., Литвинцев К.А., Кочеткова Л.Ф., Гнилуша В.А., Кузнецова С.В.** Rb-Sr возраст жильных щелочных гранитов Карийского рудного узла // Докл. АН СССР, 1989, т. 307, № 4, с. 967—971.

**Полохов В.П., Евсеев Ю.П., Грабеклис Р.В., Бычков М.А.** Особенности и условия локализации рудных районов и узлов, связанных с активизацией протерозойского основания Восточного Забайкалья (на примере Усть-Карского рудного района) // Металлогенетический анализ в областях активизации. М., Наука, 1977, с. 122—165.

**Прокофьев В.Ю., Спиридонов А.М., Гнилуша В.А., Ковалева В.Ф.** Об условиях образования жильных щелочных гранитоидов Карийского рудного узла по расплавленным и флюидным включениям // Докл. РАН, 1992, т. 326, № 3, с. 521—523.

**Прокофьев В.Ю., Спиридонов А.М., Кузьмина Т.М., Гнилуша В.А., Ковалева В.Ф.** Физико-химические особенности процесса формирования Карийского золоторудного месторождения (Восточное Забайкалье) // Геохимия, 1997, № 4, с. 423—434.

**Спиридонов А.М.** Золотометалльные рудно-магматические системы забайкальской части Монголо-Охотского складчатого пояса (геодинамическая позиция, модельные типы, генезис, прогноз): Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. Новосибирск, ОИГГМ СО РАН, 2003, 40 с.

**Спиридонов А.М., Гнилуша В.А.** Геохимическая модель развития золото-кварцево-сульфидной формации на примере золоторудного района Восточного Забайкалья // Рудоносные и рудные формации Забайкалья и смежных районов. Чита, 1988, с. 63—65.

**Спиридонов А.М., Фефелов Н.Н., Петровская С.Г., Гнилуша В.А., Солодянкина В.Н.** Некоторые черты оруденения и магматизма Карийского рудного поля по Pb-изотопным данным // Докл. АН СССР, 1986, т. 291, № 6, с. 1476—1479.

**Таусон Л.В., Петровская С.Г., Спиридонов А.М., Гнилуша В.А., Кочеткова Л.Ф.** Закономерности размещения геохимических полей концентрирования в кольцевых структурах с латитовым магматизмом // Докл. АН СССР, 1985, т. 282, № 3, с. 697—701.

**Тупяков В.Е., Широких И.Н., Розов Д.Н.** Модель рудно-метасоматической колонны Карийского рудного поля (Восточное Забайкалье) // Геология и геофизика, 1982 (1), с. 33—38.

**Шер С.Д.** К вопросу о классификации золоторудных месторождений по метасоматическим изменениям вмещающих пород // Минеральный состав руд и изменения вмещающих пород в месторождениях золота, свинца и цинка, М., 1971, с. 3—6. (Тр. ЦНИГРИ, вып. 96, ч. III).

**Широких И.Н., Лапин Б.Н., Боровикова Г.А.** Процессы метасоматоза и рудообразования на некоторых золоторудных месторождениях Восточного Забайкалья // Эндогенные рудные формации и процессы рудообразования. Новосибирск, 1981, с. 95—102.

**Широких И.Н., Борисенко А.С., Боровикова Г.А.** Особенности физико-химических условий образования и зональность кварц-турмалиновых метасоматитов // Тез. докл. VII всесоюз. совещания „Термобарометрия и геохимия рудообразующих флюидов (по включениям в минералах)“, Ч. 2. Львов, 1985, с. 206—207.

**Spiridonov A.M., Gnilusha V.A.** Regional to detailed geochemical mapping of the Kariisk ore district, Eastern Trans-Baikal region, Russia // J. Geochem. Explor., 1995, v. 55, № 1—3, p. 67—74.

*Рекомендована к печати 7 декабря 2006 г.  
А.С. Борисенко*

*Поступила в редакцию  
9 августа 2006 г.*